

## 明細書

## 指向性スピーカー制御システム

## 技術分野

この発明は、アレースピーカー (alley speaker) 等の指向性スピーカー装置から放射した音声を壁面又は音響反射板で反射させて仮想スピーカー (virtual speaker) を作り出す指向性スピーカー制御システムに関する。

## 背景技術

最近、一般の市場において種々のオーディオソースが頒布・提供されており、例えば、DVD (Digital Versatile Disk) には5. 1チャンネル等のマルチチャンネル音声信号が記録されている。このようなオーディオソースを再生するデジタルサラウンドシステムが一般家庭でも普及しつつある。図14は、デジタルサラウンドシステムにおけるスピーカーの配置例を示す平面図であり、符号Zoneは音声サラウンド再生を行うリスニングルームを示し、符号Uは視聴位置を示し、符号SP-Lはメインレフト信号Lを再生するスピーカーを示し、符号SP-Rはメインライト信号Rを再生するスピーカーを示し、符号SP-SLはリアレフト信号SLを再生するスピーカーを示し、符号SP-SRはリアライト信号SRを再生するスピーカーを示し、符号SP-SWはサブウーハ信号 (低周波信号) LFEを再生するサブウーハを示し、符号MONはテレビジョン受像機等の映像装置を示す。

図14のデジタルサラウンドシステムでは、種々の音場を効果的に作り出すことができる。しかし、デジタルサラウンドシステムでは、複数のスピーカーをリスニングルームZone内に分散配置しており、サラウンド用のリアスピーカーSP-SL, SP-SRを視聴位置Uの後方に配置するために各スピーカー間の配線が長くなり、また、リアスピーカーSP-SL, SP-SRの配置がリスニングルームZoneの形状や家具の配置等により制約を受けるとい

う欠点がある。

このような欠点を緩和する手段として、リアスピーカーを指向性の鋭い指向性スピーカーにより構成して視聴位置の前方に配置し、一方、視聴位置の後方には音響反射板を配置することが考えられる。ここで、指向性スピーカーから放射されたサラウンドチャンネルの音声を音響反射板で反射させることにより、視聴位置の後方にリアスピーカーを配置したのと同じ効果を奏する音響サラウンドシステムが提案されており、例えば、特開平06-178379号に開示されている。図15は、この特許公開公報に開示された音響サラウンドシステムにおけるスピーカーの配置例を示す平面図であり、符号B-L、B-Rは夫々音響反射板を示す。

また、図16に示すように視聴位置の後方の壁面を音響反射板として使用する方法も考えられる。例えば、特開平03-159500号に開示された立体音響再生方法では、アレースピーカーを使用して空間内に仮想音源を作り出している。このような技術を使用すれば、視聴位置の後方に仮想スピーカーを作り出すことができる。

上記のように、視聴位置の後方に音響反射板を配置したり、リスニングルームの壁面を音響反射板として使用することで視聴位置の後方に仮想スピーカーを作り出すことは可能である。しかし、このような方法では、音像定位 (sound localization) が視聴位置の前方の指向性スピーカーからの直接放射音の影響を強く受けるため、視聴位置の後方にリアスピーカーを配置したのと同等の音像定位を確立することができないという問題点があった。その理由は、人間の耳は前方からの音を拾い易い形となっており、加えて、指向性スピーカーから放射された音声を壁面に反射させて視聴者に到達させる距離よりも、壁面を経由しないで直接視聴者に到達させる距離の方が短いので、直接音の方が視聴者の耳に先に届き、所謂ハース効果 (hearth effect) が作用するからである。

この発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、指向性スピーカー装置から放射された音声を壁面又は音響反射板で反射させて仮想スピーカーを作り出す音響サラウンドシステムに適用され、前記指向性スピーカー

の指向性を補正して良好な音像定位を実現する指向性スピーカー制御システムを提供することを目的とする。

### 発明の開示

この発明は、指向性の鋭い指向性スピーカー装置から放射した音声を壁面又は音響反射板で反射させて仮想スピーカーを作り出す指向性スピーカー制御システムを提供するものであり、前記壁面又は音響反射板に対して第1の音声を放射する第1の指向性スピーカー装置と、その第1の音声のうち所定の視聴位置に直接到達する音声成分に対して当該視聴位置で逆位相となる第2の音声を放射する第2の指向性スピーカー装置とを具備し、当該第2の音声に基づき前記第1の指向性スピーカー装置の指向性を補正するようにしている。

例えば、アレースピーカーのような強い指向性を実現できる第1の指向性スピーカー装置を所定位置に配置し、その放射音声を当該スピーカーとは別の位置にある壁面又は音響反射板に放射して反射させ、以って、その反射位置にあたかもスピーカーが実在しているような音像定位を実現している。ここで、第1の指向性スピーカー装置から放射される第1の音声には、視聴位置に直接到達する音声成分が含まれるため、壁面又は音響反射板の所定位置に定位すべき音像が第1の指向性スピーカー装置の側に定位してしまうという現象が発生する。壁面又は音響反射板で反射する音のエネルギーを上げることは困難であるため、第1の指向性スピーカー装置から視聴位置に直接到達する音声成分を第2の指向性スピーカー装置から放射される第2の音声により減衰させる。

この発明に係る指向性スピーカー制御システムの具体的な構成例としては、1台のアレースピーカー装置を分割して前記第1の指向性スピーカー装置を第2の指向性スピーカー装置とを具現化している。

また、上記の第2の指向性スピーカー装置は、低周波数の音声成分のみを前記第2の音声として放射する。

この発明によれば、第1の指向性スピーカー装置から放射される第1の音声のうち視聴位置に直接到達する音声成分を第2の指向性スピーカー装置から放

射される第2の音声により減衰させているので、第1の指向性スピーカー装置から視聴者に直接届く音声成分に比べて、第1の音声を前記壁面又は音響反射板にて反射させて視聴者に届く反射音声を相対的に強めることができる。これにより、視聴者の後方にスピーカーを配置したのと同様に良好な音像定位を実現することができる。また、第1の指向性スピーカー装置と第2の指向性スピーカー装置とにより仮想的なリアスピーカーを作り出すことができるため、視聴位置の後方にリアスピーカーを配置する必要がなくなり、以って、各スピーカー間の配線距離を短くすることができる。

また、1台のアレースピーカー装置により前記第1の指向性スピーカー装置と第2の指向性スピーカー装置とを実現することができるとともに、更に別途アレースピーカーを用いることにより、逆位相による音の打ち消しを行っても視聴者が聴取上の不快感を感じなくさせることができる。

更に、第2の指向性スピーカー装置による音声減衰制御対象を低周波数の音声に限定することにより、第1の指向性スピーカー装置から放射される第1の音声のうち視聴位置に直接届く音声成分を効果的に減衰することができるとともに、視聴位置において減衰すべき音声成分がその意図に反して大きくなってしまうという問題をも回避できる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、この発明の第1実施例に係る指向性スピーカー制御システムの構成を示すブロック図である。

図2は、図1に示す第1の指向性スピーカー装置及び第2の指向性スピーカー装置の内部構成を示すブロック図である。

図3は、この発明の第2実施例に係る指向性スピーカー制御システムの構成を示すブロック図である。

図4は、第2実施例における第1の指向性スピーカー装置及び第2の指向性スピーカー装置の内部構成を示すブロック図である。

図5は、第2実施例における指向性スピーカー装置の指向性制御方法を説明



するための図である。

図6は、第2実施例における第1の指向性スピーカー装置の指向性を示す音圧分布グラフである。

図7は、第2実施例における第1の指向性スピーカー装置から前方に放射した音声の指向性を示す音圧分布グラフである。

図8は、第2実施例において第1の指向性スピーカー装置の放射音声を第2の指向性スピーカー装置の放射音声により減衰させた場合の音圧分布グラフである。

図9は、この発明の第3実施例に係る指向性スピーカー制御システムの構成を示すブロック図である。

図10は、第3実施例における2台の指向性スピーカー装置の内部構成を示すブロック図である。

図11は、第4実施例における第1の指向性スピーカー装置から前方に放射した音声の指向性を示す音圧分布グラフである。

図12は、第4実施例において第1の指向性スピーカー装置の放射音声を第2の指向性スピーカー装置の放射音声により減衰させた場合の音圧分布グラフである。

図13は、この発明の第5実施例に係る指向性スピーカー制御システムにおける第1及び第2の指向性スピーカー装置の内部構成を示すブロック図である。

図14は、デジタルサラウンドシステムにおけるスピーカーの配置例を示す平面図である。

図15は、リアスピーカーを視聴位置の前方に配置した音響サラウンドシステムにおけるスピーカーの配置例を示す平面図である。

図16は、視聴位置後方の壁面を音響反射板として使用する音響サラウンドシステムにおけるスピーカーの配置例を示す平面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

この発明の好適な実施例について添付図面を参照して具体例とともに詳細に

説明する。

〔第 1 実施例〕

図 1 は、この発明の第 1 実施例に係る指向性スピーカー制御システム（即ち、サウンドシステム）の構成を示すブロック図である。図 1 では、サラウンドチャンネル（即ち、リアレフト信号 S L 又はリアライト信号 S R）に係る構成のみを示しており、メインチャンネル（即ち、メインレフト信号 L 又はメインライト信号 R）に係る構成については省略している。

この発明の第 1 実施例に係る指向性スピーカー制御システムは、リスニングルームの壁面又は音響反射板 3 に対して第 1 の音声 S 1 を放射する第 1 の指向性スピーカー装置 1 と、第 1 の音声 S 1 のうち視聴位置 U に直接届く音声成分 S 1 a に対して当該視聴位置 U で逆位相となる第 2 の音声 S 2 を放射する第 2 の指向性スピーカー装置 2 を具備する。

図 2 は、指向性スピーカー装置 1、2 の内部構成を示すブロック図である。第 1 の指向性スピーカー装置 1 は、入力されたサラウンドチャンネルの音声信号（即ち、リアレフト信号 S L 又はリアライト信号 S R）を所定の遅延時間 T 1 だけ遅らせる遅延回路 1 0 4 と、遅延回路 1 0 4 の出力信号のゲインを所望のレベルに調整するゲイン調整回路 1 0 1 と、ゲイン調整回路 1 0 1 の出力信号を増幅するアンプ 1 0 2 と、アンプ 1 0 2 の出力により駆動されるスピーカー 1 0 3 とを具備する。

第 2 の指向性スピーカー装置 2 は、前記サラウンドチャンネルの音声信号の位相を反転させる反転回路 2 0 1 と、指向性スピーカー装置 1 から視聴位置 U に直接到達する第 1 の音声 S 1 の音声成分 S 1 a が指向性スピーカー装置 2 から放射される第 2 の音声 S 2 により相殺されるように反転回路 2 0 1 の出力信号に付与される遅延時間を調整する遅延回路 2 0 2 と、前記音声成分 S 1 a が第 2 の音声 S 2 により相殺されるように遅延回路 2 0 2 の出力信号のゲインを調整するゲイン調整回路 2 0 3 と、ゲイン調整回路 2 0 3 の出力信号を増幅するアンプ 2 0 4 と、アンプ 2 0 4 の出力により駆動されるスピーカー 2 0 5 とを具備する。

次に、本実施例に係る指向性スピーカー制御システムの動作について詳細に説明する。

指向性スピーカー装置 1 の遅延回路 104 はサラウンドチャンネルの音声信号 T1 を所定時間遅延し、ゲイン調整回路 101 は遅延回路 104 の出力信号のゲインを調整し、アンプ 102 はゲイン調整回路 101 の出力信号を増幅してスピーカー 103 を駆動する。スピーカー 103 は、指向性の鋭いビーム化した音声 S1 を放射して、壁面又は音響反射板 3 で反射した音声 S<sub>k</sub> が視聴位置 U に到達する。これにより、壁面又は音響反射板 3 は仮想的なリアスピーカーとして機能する。但し、スピーカー 103 の出力音声は厳密には音声ビームとはならず、主要音声成分である音声 S1 に比べて小さな音圧を有する音声成分 S1a、S1b、S1c が音声 S1 とは異なる方向に放射される。この音声成分のうち、聴取位置 U に向かって直接放射される音声成分 S1a が指向性スピーカー装置 2 から放射される音声 S2 により減衰される。

指向性スピーカー装置 2 の反転回路 201 は、指向性スピーカー装置 1 における音声信号の逆位相を実現すべく、前記サラウンドチャンネルの音声信号の極性を反転して出力する。反転回路 201 の出力信号は、遅延回路 202 及びゲイン調整回路 203 を介してアンプ 204 に供給されて増幅される。このアンプ 204 の出力信号によりスピーカー 205 が駆動されて、前記音声 S2 が放射される。このとき、遅延回路 202 の遅延時間とゲイン調整回路 203 のゲインは、指向性スピーカー装置 1 から視聴位置 U へ直接届く音声成分 S1a が指向性スピーカー 2 から視聴位置 U に直接放射される音声 S2 により相殺されるように予め調整されている。

指向性スピーカー装置 1 のスピーカー 103 から放射された音声成分 S1a は、スピーカー 103 から視聴位置 U までの距離を LNA、音速を V とすると、 $LNA/V$  の時間だけ遅れて視聴位置 U に到達する。同様に、指向性スピーカー装置 2 のスピーカー 205 から放射された音声 S2 は、スピーカー 205 から視聴位置 U までの距離を LNB とすると、 $LNB/V$  の時間だけ遅れて視聴位置 U に到達する。従って、スピーカー 103 から視聴位置 U への音声成分 S

1 a の到達時間と、スピーカ 205 から視聴位置 U への音声 S 2 の到達時間との時間差は、 $(LNA - LNB) / V$  となるため、前記指向性スピーカ装置 2 の内部で位相反転させた音声信号を  $(LNA - LNB) / V + T1$  だけ遅延させると、音声成分 S 1 a と音声 S 2 とが視聴位置 U において互いに逆位相となり、その結果、音声成分 S 1 a が減衰せしめられる。このように、遅延回路 202 の遅延時間は、距離 LNA と距離 LNB との差を補正して、指向性スピーカ装置 2 から放射される音声 S 2 が視聴位置 U において所望の位相となるように予め調整されている。

上記の説明は位相のみに着目しているが、指向性スピーカ装置 1 の指向性と距離 LNA に基づき音声成分 S 1 a の視聴位置 U における音圧を計算することは可能であり、同様に、音声 S 2 の視聴位置 U における音圧も計算可能である。この計算結果に基づいてゲイン調整回路 203 のゲインを調整することにより、音声成分 S 1 a の減衰量を制御することができ、以って、音声成分 S 1 a が視聴位置 U において所望の音圧となるような制御を施すことが可能となる。

上記のように、本実施例によれば、指向性スピーカ装置 1 から視聴者へ直接届く音声成分 S 1 a を指向性スピーカ装置 2 から放射される音声 S 2 により減衰させることができるため、指向性スピーカ装置 1 から視聴者に直接届く音声成分 S 1 a に比べて、壁面又は音響反射板 3 に反射されたのち視聴者に届く音声 S k を相対的に強めることができ、これにより、視聴者の後方にリアスピーカを配置したのと同様の音像定位を実現することができる。

#### [第 2 実施例]

次に、この発明の第 2 実施例について説明する。図 3 は、第 2 実施例に係る指向性スピーカ制御システムの構成を示すブロック図である。第 2 実施例では、第 1 の指向性スピーカ装置 11 と第 2 の指向性スピーカ装置 12 について夫々アレースピーカを用いることを特徴としている。図 4 は、指向性スピーカ装置 11、12 の内部構成を示すブロック図である。

第 1 の指向性スピーカ装置 11 は、入力されたサラウンドチャンネルの音声信号に対して実現したい指向性（音声ビームの焦点位置）に対応する遅延時



間を付与する遅延回路 1 1 1 と、遅延回路 1 1 1 の出力信号のゲインを所望のゲインに調整する複数のゲイン調整回路 1 1 2 (1 1 2-1 ~ 1 1 2-n) と、ゲイン調整回路の出力信号を増幅する複数のアンプ 1 1 3 (1 1 3-1 ~ 1 1 3-n) と、アンプ 1 1 3 により駆動される複数のスピーカー 1 1 4 (1 1 4-1 ~ 1 1 4-n) を具備する。

第 2 の指向性スピーカー装置 1 2 は、前記サラウンドチャンネルの音声信号の位相を反転する反転回路 2 1 1 と、指向性スピーカー装置 1 2 から第 2 の音声 S 2 について視聴位置 U に向かうような指向性を実現したり、指向性スピーカー装置 1 1 から視聴位置 U へ直接放射される第 1 の音声 S 1 の音声成分 S 1 a が第 2 の音声 S 2 により相殺されるように反転回路 2 1 1 の出力信号に遅延時間を付与する遅延回路 2 1 2 と、前記音声成分 S 1 a が第 2 の音声 S 2 により相殺されるように遅延回路 2 1 2 の出力信号のゲインを調整する複数のゲイン調整回路 2 1 3 (2 1 3-1 ~ 2 1 3-m) と、ゲイン調整回路 2 1 3 の出力信号を増幅する複数のアンプ 2 1 4 (2 1 4-1 ~ 2 1 4-m) と、アンプ 2 1 4 により駆動される複数のスピーカー 2 1 5 (2 1 5-1 ~ 2 1 5-m) を具備する。上記において、指向性スピーカー装置 1 1 は複数のスピーカー 1 1 4 を 2 次元的に n (n は 2 以上の整数) 個配置し、一方、指向性スピーカー装置 1 2 は複数のスピーカー 2 1 5 を 2 次元的に m (m は 2 以上の整数) 個配置しており、ここで、 $n=m$  でも  $n \neq m$  でもよい。

次に、第 2 実施例に係る指向性スピーカー制御システムの動作について詳細に説明する。指向性スピーカー装置 1 1 は、各スピーカー 1 1 4 から放射される音声が入射する壁面又は音響反射板 3 に向かうように指向性制御を行う。この指向性スピーカー装置 1 1 における指向性制御について図 5 を参照して説明する。ここで、符号 Z は壁面又は音響反射板 3 の位置 P からの距離が D である円弧を示し、当該位置 P と指向性スピーカー装置 1 1 内の各スピーカー 1 1 4 (1 1 4-1 ~ 1 1 4-n) とを結ぶ直線を延長して円弧 Z と交わる交点上に破線円で示すような仮想スピーカー 1 1 5 (1 1 5-1 ~ 1 1 5-n) を配置するものとする。これらの仮想スピーカー 1 1 5 から位置 P までの距離は全て D で

あるため、各仮想スピーカー 1 1 5 から放射される音声は同時に位置 P に到達する。

指向性スピーカー装置 1 1 内の各スピーカー 1 1 4 - i ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) から放射される音声を同時に位置 P に到達させるためには、各スピーカー 1 1 4 - i と対応する仮想スピーカー 1 1 5 - i との間の距離  $L A i$  に応じた遅延時間  $L A i / V$  を各スピーカー 1 1 4 - i の入力信号に付与すればよい。このようなアレースピーカーの動作原理に基づき、指向性スピーカー装置 1 1 の遅延回路 1 1 1 は入力されたサラウンドチャンネルの音声信号に対して各スピーカー 1 1 4 - i に対応する遅延時間  $L A i / V$  を付与して  $n$  個の遅延音声信号を発生出力する。

ゲイン調整回路 1 1 2 - i は遅延回路 1 1 1 の出力信号のゲインを調整し、アンプ 1 1 3 - i はゲイン調整回路 1 1 2 - i の出力信号を増幅してスピーカー 1 1 4 - i を駆動する。

このように、音声信号に付与する遅延時間を各スピーカー 1 1 4 - i 毎に調整することにより、指向性スピーカー装置 1 1 から放射する音声の指向性を制御し、以って、各スピーカー 1 1 4 - i から放射した各音声の位相を空間内の 1 点（焦点）において揃えることができる。指向性スピーカー装置 1 1 から放射された第 1 の音声  $S 1$  は壁面又は音響反射板 3 で反射され、反射音声  $S k$  として視聴位置 U に到達する。

図 6 は、指向性スピーカー装置 1 1 により実現される指向性の一例を示す音圧分布グラフである。図 6 では、X Y 平面について単一周波数（ここでは 1 k H z）の音声を発生した場合の音圧レベルの等高線を示しており、X 軸における 0 c m の位置を中心として X 軸方向に沿って複数のスピーカー 1 1 4 を配列した場合の音圧レベル変化を示している。指向性スピーカー装置 1 1 にアレースピーカーを用いることにより、図 6 の矢印に示す方向に強い指向性（即ち、音声ビーム）を実現することができるが、前記の第 1 実施例で説明したように、音声ビーム方向以外の方向にもある程度の音圧が生じていることが分かる。

本実施例では、音声ビーム方向とは異なる方向に分散する音声成分のうち、

視聴者に直接向かう音声成分  $S_{1a}$  ( $S_{1a-1} \sim S_{1a-n}$ ) を指向性スピーカ装置 12 から放射される音声  $S_2$  ( $S_{2-1} \sim S_{2-n}$ ) により減衰させる。

指向性スピーカ装置 12 の反転回路 211 は、第 1 実施例と同様に、前記サラウンドチャンネルの音声信号の位相を反転して出力する。

遅延回路 212 の遅延時間は、指向性スピーカ装置 12 から放射される音声  $S_2$  が視聴位置  $U$  に向かい、かつ、指向性スピーカ装置 11 から視聴位置  $U$  に直接放射される音声成分  $S_{1a}$  が上記の音声  $S_2$  により相殺されるように、予め調整される。

ここでは、計算を簡易化するために、指向性スピーカ装置 11 及び 12 の夫々が同数のスピーカを内蔵しているものとし (即ち、 $n=m$ )、指向性スピーカ装置 11 のスピーカ  $114-i$  から視聴位置  $U$  へ放射される音声成分  $S_{1a-i}$  を指向性スピーカ装置 12 内のスピーカ  $215-i$  から放射される音声成分  $S_{2-i}$  により減衰させるものとする。尚、説明の便宜上、本実施例では、指向性スピーカ装置 12 において厳密な指向性制御を行わないものとする。

指向性スピーカ装置 11 のスピーカ  $114-i$  から視聴位置  $U$  までの距離を  $LNA_i$ 、指向性スピーカ装置 12 のスピーカ  $215-i$  から視聴位置  $U$  までの距離を  $LNBI$  とした場合、これらの距離の差を補正するには、第 1 実施例と同様に、遅延時間  $(LNA_i - LNBI) / V$  をスピーカ  $215-i$  の入力信号に付与すればよい。また、スピーカ  $114-i$  から出力される音声には遅延回路 111 により遅延時間  $LA_i / V$  が付与されているので、スピーカ  $215-i$  から出力される音声にも当該遅延時間  $LA_i / V$  を付与する必要がある。

従って、指向性スピーカ装置 12 の遅延回路 212 では、反転回路 211 の出力信号に対して遅延時間  $\{(LNA_i - LNBI) + LA_i\} / V$  を付与して  $m$  個の遅延信号を発生出力する。

ゲイン調整回路  $213-i$  のゲインは、スピーカ  $114-i$  から視聴位置

Uに直接届く音声成分 $S_{1a-i}$ がスピーカー215-iから視聴位置Uへ放射される音声成分 $S_{2-i}$ により相殺されるように予め調整されている。第1実施例で説明したように、両音声成分 $S_{1a-i}$ 、 $S_{2-i}$ の視聴位置Uにおける音圧を計算することができるので、その計算結果に基づいてゲイン調整回路213-iのゲインを調整することができる。

指向性スピーカー装置12のアンプ214-iは、ゲイン調整回路213-iの出力信号を増幅してスピーカー215-iを駆動する。

以上のように、第2実施例においても第1実施例と同様の効果を得ることができる。また、一般に、逆位相による音の打消しを行うと視聴者に不快感を与えることがあるが、指向性スピーカー装置11、12にアレースピーカーを用いると、当該アレースピーカーにより多様な位相の音が重畳されたような音場を形成することができるので、逆位相による音の打消しを行っても、視聴者に不快感を感じさせることがないという効果がある。

本実施例による指向性補正を行った音圧分布グラフを図7及び図8に示す。図7及び図8は夫々XY平面について単一周波数（ここでは500Hz）の音声を発生した場合の音圧レベルの等高線を示すグラフであり、X軸上0cm及びY軸上300乃至400cmの範囲が視聴位置に相当する。詳述すると、図7は指向性スピーカー装置11内の1個のスピーカー114から前方に音声を放射した場合の音圧分布を示しており、図8は指向性スピーカー装置12内の1個のスピーカー215から放射される逆位相の音声によりスピーカー114の放射音声を減衰させた場合の音圧分布を示している。図8に示すように、視聴位置において音圧エネルギーが減少していることが分かる。

### [第3実施例]

次に、この発明の第3実施例について説明する。前記の第1実施例及び第2実施例では、1チャンネル当たり2台の指向性スピーカー装置が必要なので、2チャンネルのサウンドシステムの場合には合計4台の指向性スピーカー装置が必要となる。第3実施例は、2チャンネルのサウンドシステムを2台の指向性スピーカー装置で実現する実用的な例を提示する。図9は、第3実施例に係



る指向性スピーカー制御システムの構成を示すブロック図であり、指向性スピーカー装置 21、22 により構成される。図 9 において、符号 3-L は L チャンネルの仮想的なリアスピーカーとして機能する壁面又は音響反射板を示し、符号 3-R は R チャンネルの仮想的なリアスピーカーとして機能する壁面又は音響反射板を示す。

指向性スピーカー装置 21 は、リアレフト信号  $S_L$  に基づき音声  $S_{1-L}$  を壁面又は音響反射板 3-L に放射する第 1 の指向性スピーカー装置として機能するとともに、指向性スピーカー装置 22 から視聴者へ直接届く音声  $S_{1a-R}$  を音声  $S_{2-R}$  により打ち消す第 2 の指向性スピーカー装置としても機能する。一方、指向性スピーカー装置 22 は、リアライト信号  $S_R$  に基づき音声  $S_{1-R}$  を壁面又は音響反射板 3-R に放射する第 1 の指向性スピーカー装置として機能するとともに、指向性スピーカー装置 21 から視聴者へ直接届く音声  $S_{1a-L}$  を音声  $S_{2-L}$  により打ち消す第 2 の指向性スピーカー装置としても機能する。

図 10 は、指向性スピーカー装置 21、22 の内部構成を示すブロック図である。本実施例では、指向性スピーカー装置 21、22 をアレースピーカーにより構成している。

指向性スピーカー装置 21 は、入力されたリアレフト信号  $S_L$  に対して実現したい指向性に対応する遅延時間を付与する遅延回路 121 と、遅延回路 121 の出力信号のゲインを所望のレベルに調整する複数のゲイン調整回路 122 (122-1 ~ 122-n) と、入力されたリアライト信号  $S_R$  の位相を反転する反転回路 123 と、指向性スピーカー装置 21 から放射される音声  $S_{2-R}$  が視聴位置  $U$  に向かい、かつ、指向性スピーカー装置 22 から視聴位置  $U$  へ直接放射される音声  $S_{1a-R}$  が音声  $S_{2-R}$  により相殺されるように反転回路 123 の出力信号に遅延時間を付与する遅延回路 124 と、前記音声  $S_{1a-R}$  が音声  $S_{2-R}$  により相殺されるように遅延回路 124 の出力信号のゲインを調整する複数のゲイン調整回路 125 (125-1 ~ 125-n) と、ゲイン調整回路 122 とゲイン調整回路 125 の出力信号を夫々加算する複数の

加算器 1 2 6 (1 2 6 - 1 ~ 1 2 6 - n) と、加算器 1 2 6 の出力信号を増幅する複数のアンプ 1 2 7 (1 2 7 - 1 ~ 1 2 7 - n) と、アンプ 1 2 7 の出力により駆動される複数のスピーカー 1 2 8 (1 2 8 - 1 ~ 1 2 8 - n) を具備する。

指向性スピーカー装置 2 2 は、入力されたリアライト信号 S R に対して実現したい指向性に対応する遅延時間を付与する遅延回路 2 2 1 と、遅延回路 2 2 1 の出力信号のゲインを所望のレベルに調整する複数のゲイン調整回路 2 2 2 (2 2 2 - 1 ~ 2 2 2 - n) と、入力されたリアレフト信号 S L の位相を反転する反転回路 2 2 3 と、指向性スピーカー装置 2 2 から放射される音声 S 2 - L が視聴位置 U に向かい、かつ、指向性スピーカー装置 2 1 から視聴位置 U へ直接放射される音声 S 1 a - L が音声 S 2 - L により相殺されるように反転回路 2 2 3 の出力信号に遅延時間を付与する遅延回路 2 2 4 と、前記音声 S 1 a - L が音声 S 2 - L により相殺されるように遅延回路 2 2 4 の出力信号のゲインを調整する複数のゲイン調整回路 2 2 5 (2 2 5 - 1 ~ 2 2 5 - n) と、ゲイン調整回路 2 2 2 とゲイン調整回路 2 2 5 の出力信号を夫々加算する複数の加算器 2 2 6 (2 2 6 - 1 ~ 2 2 6 - n) と、加算器 2 2 6 の出力信号を増幅する複数のアンプ 2 2 7 (2 2 7 - 1 ~ 2 2 7 - n) と、アンプ 2 2 7 の出力により駆動される複数のスピーカー 2 2 8 (2 2 8 - 1 ~ 2 2 8 - n) を具備する。

リアレフト信号 S L を遅延してゲイン調整を行う遅延回路 1 2 1 とゲイン調整回路 1 2 2 の動作、並びにリアライト信号 S R を遅延してゲイン調整を行う遅延回路 2 2 1 とゲイン調整回路 2 2 2 の動作は、前記第 2 実施例における遅延回路 1 1 1 とゲイン調整回路 1 1 2 の動作と同様である。

また、リアライト信号 S R を位相反転した後に遅延してゲイン調整を行う反転回路 1 2 3 と遅延回路 1 2 4 とゲイン調整回路 1 2 5 の動作、並びにリアレフト信号 S L を位相反転した後に遅延してゲイン調整を行う反転回路 2 2 3 と遅延回路 2 2 4 とゲイン調整回路 2 2 5 の動作は、前記第 2 実施例における反転回路 2 1 1 と遅延回路 2 1 2 とゲイン調整回路 2 1 3 の動作と同様である。

スピーカー128-i ( $i=1, 2, \dots, n$ )に供給される位相反転したリアライト信号SRに対して遅延回路124が付与する遅延時間は、スピーカー128-iから放射される音声S2-Rが視聴位置Uに向かい、かつ、指向性スピーカー装置22のスピーカー228-iから視聴位置Uへ直接放射される音声S1a-Rが音声S2-Rにより相殺されるように予め調整される。

同様に、スピーカー228-i ( $i=1, 2, \dots, n$ )に供給される位相反転したリアレフト信号SLに対して遅延回路224が付与する遅延時間は、スピーカー228-iから放射される音声S2-Lが視聴位置Uに向かい、かつ、指向性スピーカー装置21のスピーカー128-iから視聴位置Uへ直接放射される音声S1a-Lが音声S2-Lにより相殺されるように予め調整される。尚、遅延回路124、224における遅延時間の調整方法については、前記第2実施例で説明した通りである。

次に、加算器126-iは、ゲイン調整回路122-iの出力信号（リアレフト信号SLに相当）とゲイン調整回路125-iの出力信号（位相反転したリアライト信号SRに相当）とを加算する。同様に、加算器226-iは、ゲイン調整回路222-iの出力信号（リアライト信号SRに相当）とゲイン調整回路225-iの出力信号（位相反転したリアレフト信号SLに相当）とを加算する。

アンプ127-iは、加算器126-iの出力信号を増幅してスピーカー128-iを駆動する。同様に、アンプ227-iは、加算器226-iの出力信号を増幅してスピーカー228-iを駆動する。

このように、2チャンネルのサウンドシステムにおいても第2実施例と同様の効果を得ることができる。また、アレースピーカーは2つ以上の異なる音声を異なる指向性で同時に放射することができるため、アレースピーカーを用いることにより、2チャンネルのサウンドシステムを2台の指向性スピーカー装置により実現することができる。

#### [第4実施例]

第3実施例の指向性スピーカー制御スピーカー制御システムは、2台の独立

した指向性スピーカー装置 2 1、2 2 により構成したが、1 台のアレースピーカーを分割して指向性スピーカー装置 2 1、2 2 を具現化するようにしてもよい。1 台のアレースピーカーを分割して前記のように指向性を補正した様子を図 1 1、図 1 2 に示す。図 1 1 及び図 1 2 は夫々 X Y 平面において単一周波数（ここでは、5 0 0 H z）の音声を発生した場合の音圧レベルの等高線を示しており、ここで、X 軸上 0 c m 及び Y 軸上 3 0 0 乃至 4 0 0 c m の範囲が視聴位置に相当する。詳述すると、図 1 1 は、アレースピーカーの一部で構成した指向性スピーカー装置 2 1 内の 1 個のスピーカー 1 2 8 から前方に音声を放射した場合の音圧分布を示す。図 1 2 は、アレースピーカーの他の部分で構成した指向性スピーカー装置 2 2 内の 1 個のスピーカー 2 2 8 の放射音声により前記スピーカー 1 2 8 の放射音声を減衰させた場合の音圧分布を示す。このように、1 台のアレースピーカーを分割して使用すると、指向性スピーカー装置 2 1、2 2 を近接配置することができるため、X 軸上 0 c m 近辺の減衰効果を高めることができる。

#### 〔第 5 実施例〕

前記の第 1 実施例乃至第 4 実施例のように逆位相を用いた音の打ち消しを行う方式では、例えば、主要な音声帯域である 1 k H z の波長が 3 0 c m 程度であるため、制御できる空間領域は非常に狭いものとなる。即ち、音声周波数 1 k H z では制御位置が 1 5 c m ずれただけで位相が反転してしまい、減衰すべき音声を逆に増幅してしまうという現象が発生する可能性がある。

元来、指向性スピーカー装置では、高周波数の音ほど容易に指向性を持たせて細い音声ビームとすることができ、低周波数の音ほど指向性が絞りずらく広がり易いという傾向がある。このため、第 1 の指向性スピーカー装置から放射される高周波数の音声ビームについては余り弱まることなく壁面又は音響反射板に到達する一方、直接音として視聴者に届くエネルギーが小さいので、高周波数については良好な後方音像定位を実現できる。一方、低周波数の音については音声ビーム化することなく音圧分布が広がるため、壁面又は音響反射板に到達するエネルギーが弱くなる反面、直接音として視聴者に届くエネルギーが



強まる。即ち、中低域周波数の音に起因して前方音像定位が発生する可能性が高い。従って、第2の指向性スピーカー装置による減衰制御の対象を低周波数の音に限定するのは効果的である。

図13は、この発明の第5実施例に係る指向性スピーカー制御システムに具備される指向性スピーカー装置1及び2の内部構成を示すブロック図であり、図2と同一の構成要素には同一の符号を付している。図13に示す第5実施例では、第2の指向性スピーカー装置2において例えば数百Hz以下の低周波数の音声信号のみを濾波するローパスフィルタ206を追加している。ローパスフィルタ206は、位相回転が起らないように構成する必要があるので、デジタルFIRフィルタ (Finite Impulse Response) を使用している。

このように、本実施例では、第2の指向性スピーカー装置2による減衰制御の対象を低周波数の音声のみに限定したので、第1の指向性スピーカー装置1から視聴位置に直接放射される音声を効果的に減衰することができる。また、視聴位置において減衰すべき音声（主として高周波数の音声）が意図に反して大きくなってしまおうという問題を回避することができる。

尚、上記の第5実施例の構成を第2実施例に適用する際、図4に示す指向性スピーカー装置12において遅延回路212より前の位置（例えば、反転回路211と遅延回路212との間）にローパスフィルタを追加すればよい。また、第3実施例及び第4実施例に適用する場合、図10に示す指向性スピーカー装置21、22において遅延回路124、224の前の位置（例えば、反転回路123、223と遅延回路124、224との間）にローパスフィルタを追加すればよい。

以上説明したように、この発明は上記の実施例に限定される必要は無く、発明の範囲内における種々の変更はこの発明の包含されるものである。

### 請求の範囲

1. 指向性の鋭い指向性スピーカー装置から放射した音声を壁面又は音響反射板で反射させて仮想スピーカーを作り出す音響サラウンドシステムに適用される指向性スピーカー制御システムにおいて、

前記壁面又は音響反射板に第1の音声を放射する第1の指向性スピーカー装置と、

前記第1の音声のうち所定の視聴位置に直接到達する音声成分について、当該視聴位置で逆位相となる第2の音声を放射する第2の指向性スピーカー装置とを具備し、

前記第2の音声により前記第1の指向性スピーカー装置の指向性を補正することを特徴とする指向性スピーカー制御システム。

2. 前記第1の指向性スピーカー装置と前記第2の指向性スピーカー装置とを夫々アレースピーカーにより構成したことを特徴とする請求項1記載の指向性スピーカー制御システム。

3. 1台のアレースピーカーを分割して前記第1の指向性スピーカー装置と前記第2の指向性スピーカー装置とを実現することを特徴とする請求項1記載の指向性スピーカー制御システム。

4. 前記第2の指向性スピーカー装置は、低周波数の音声のみを前記第2の音声として放射することを特徴とする請求項1記載の指向性スピーカー制御システム。

1/11

図 1

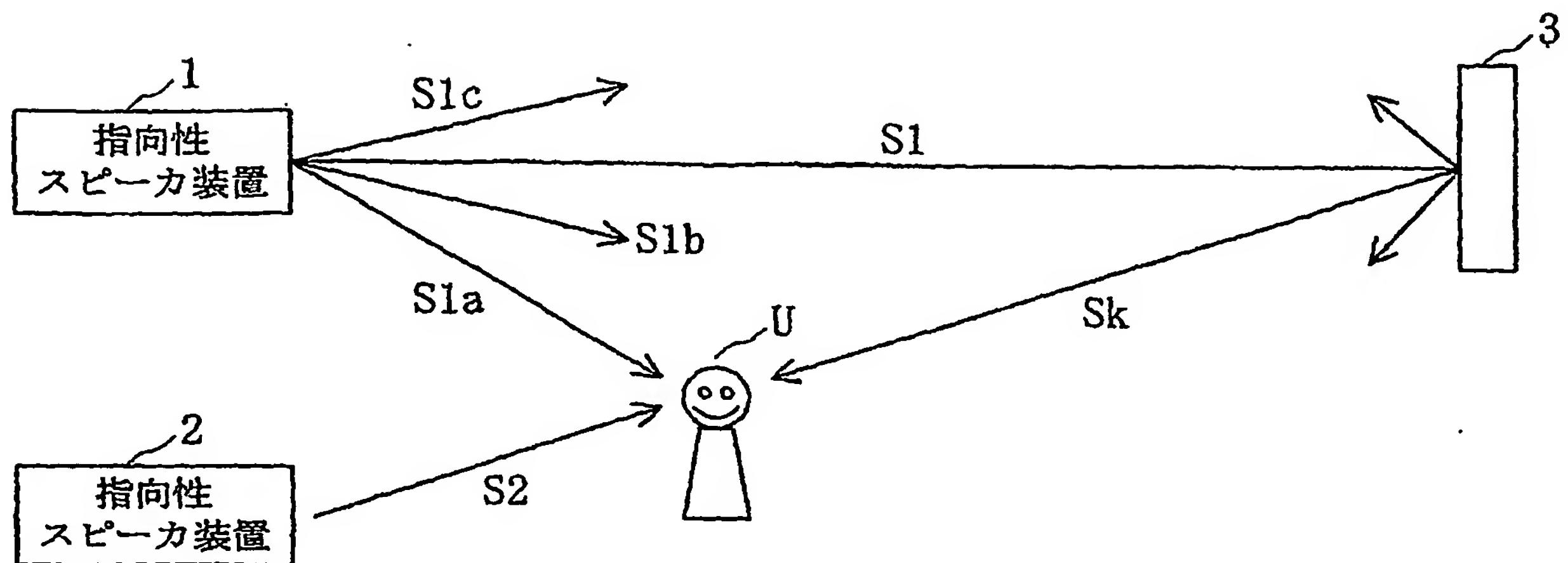


図 2

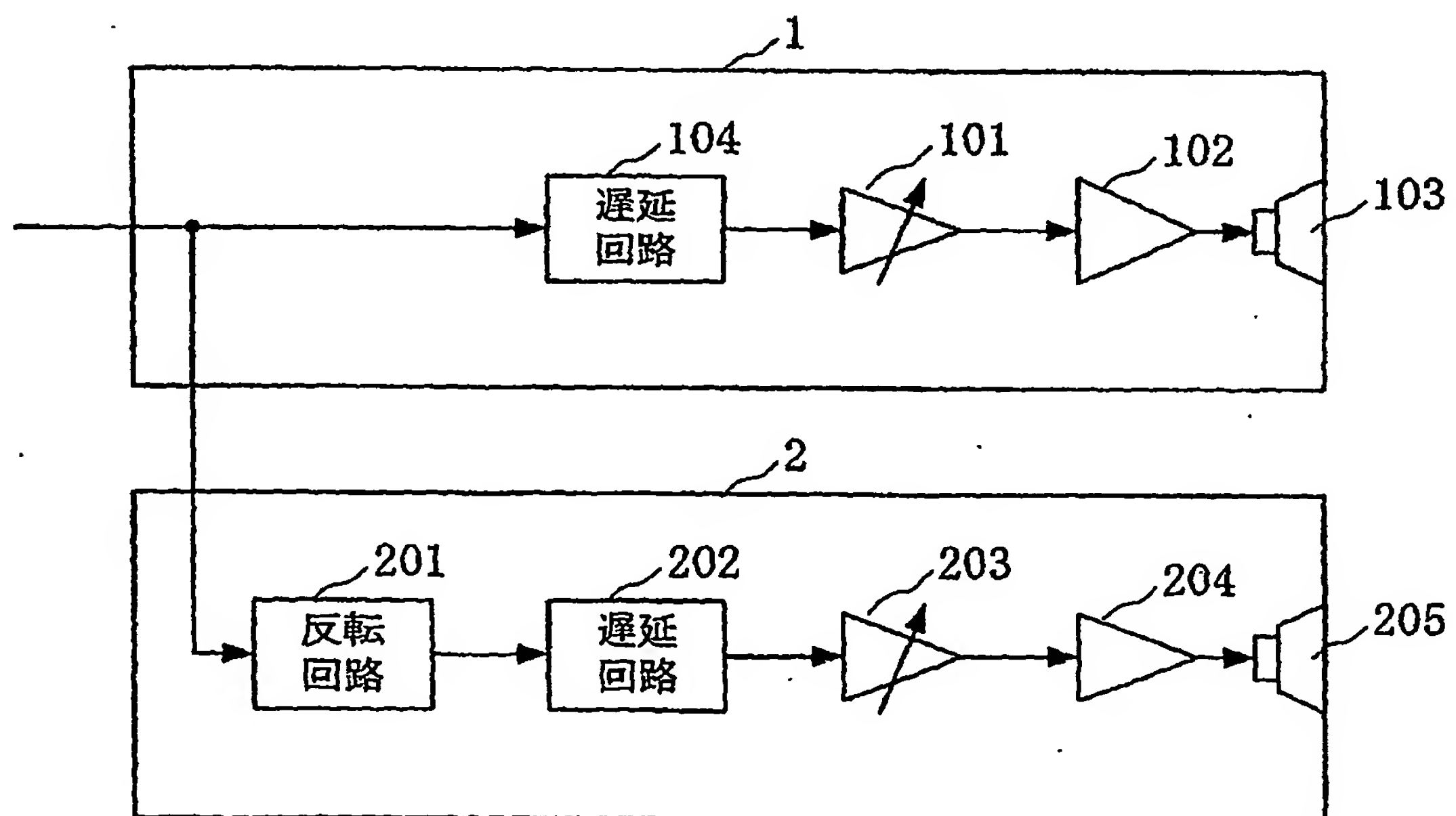
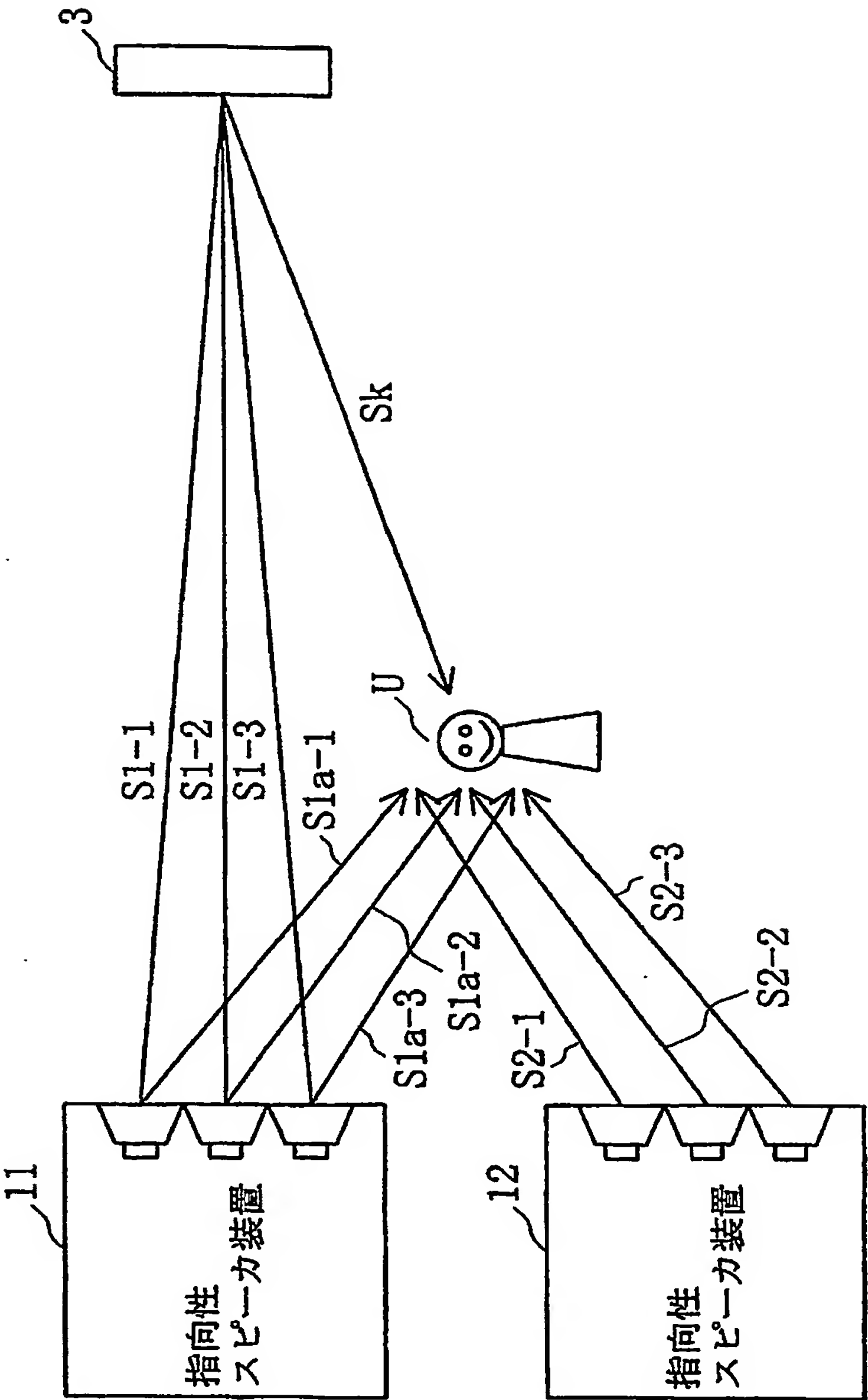


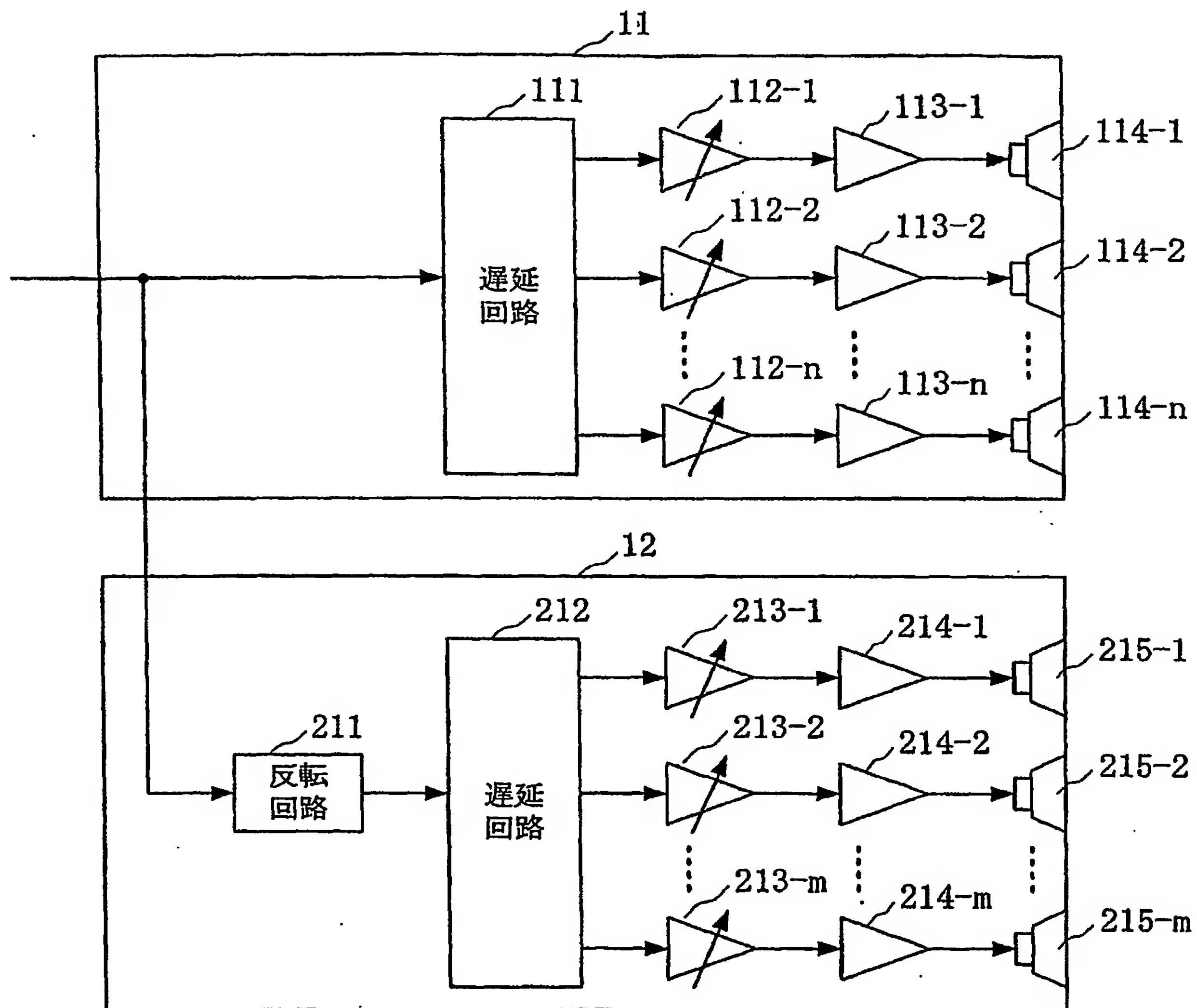
図 3





3/11

図 4



4/11

図 5

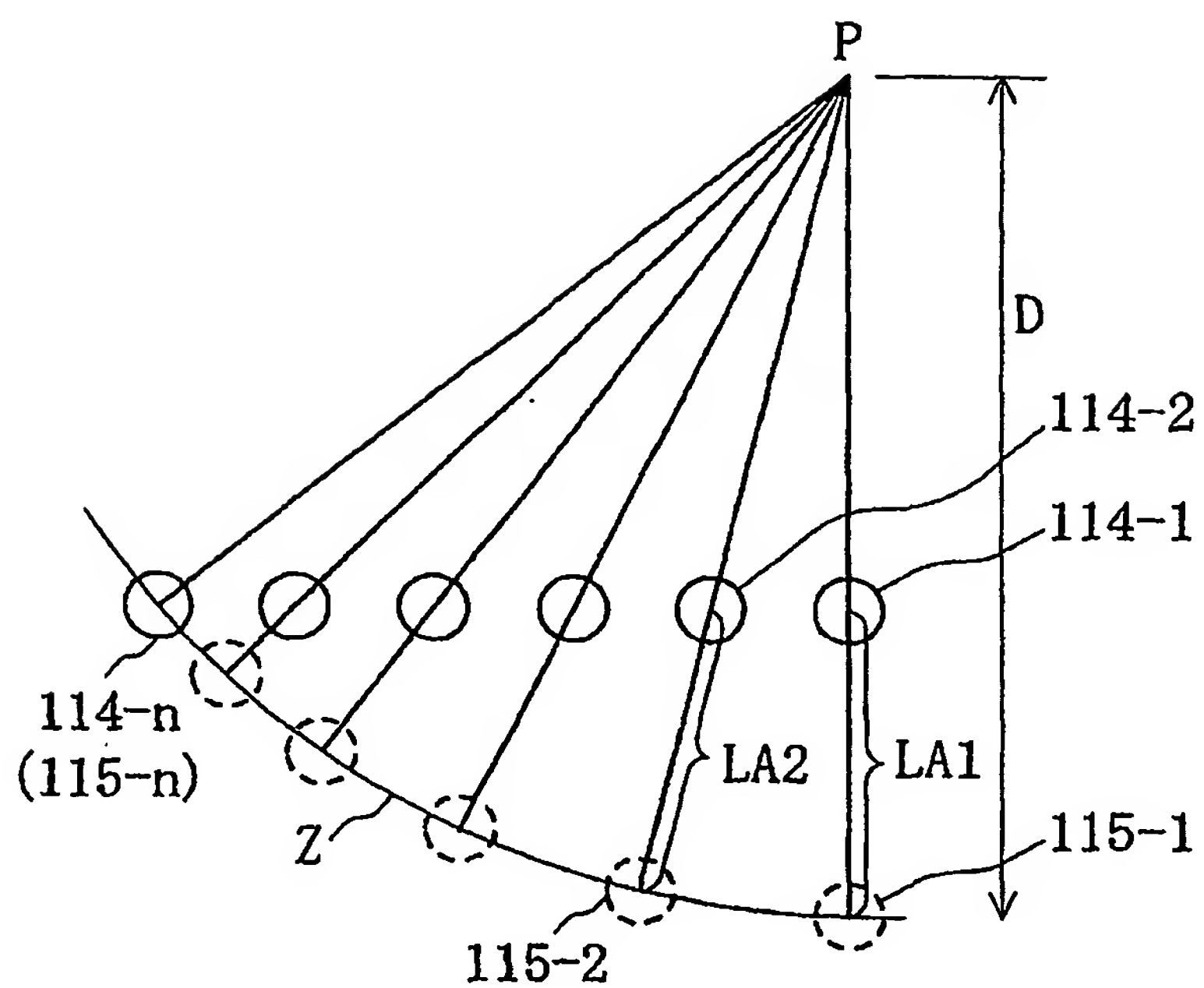
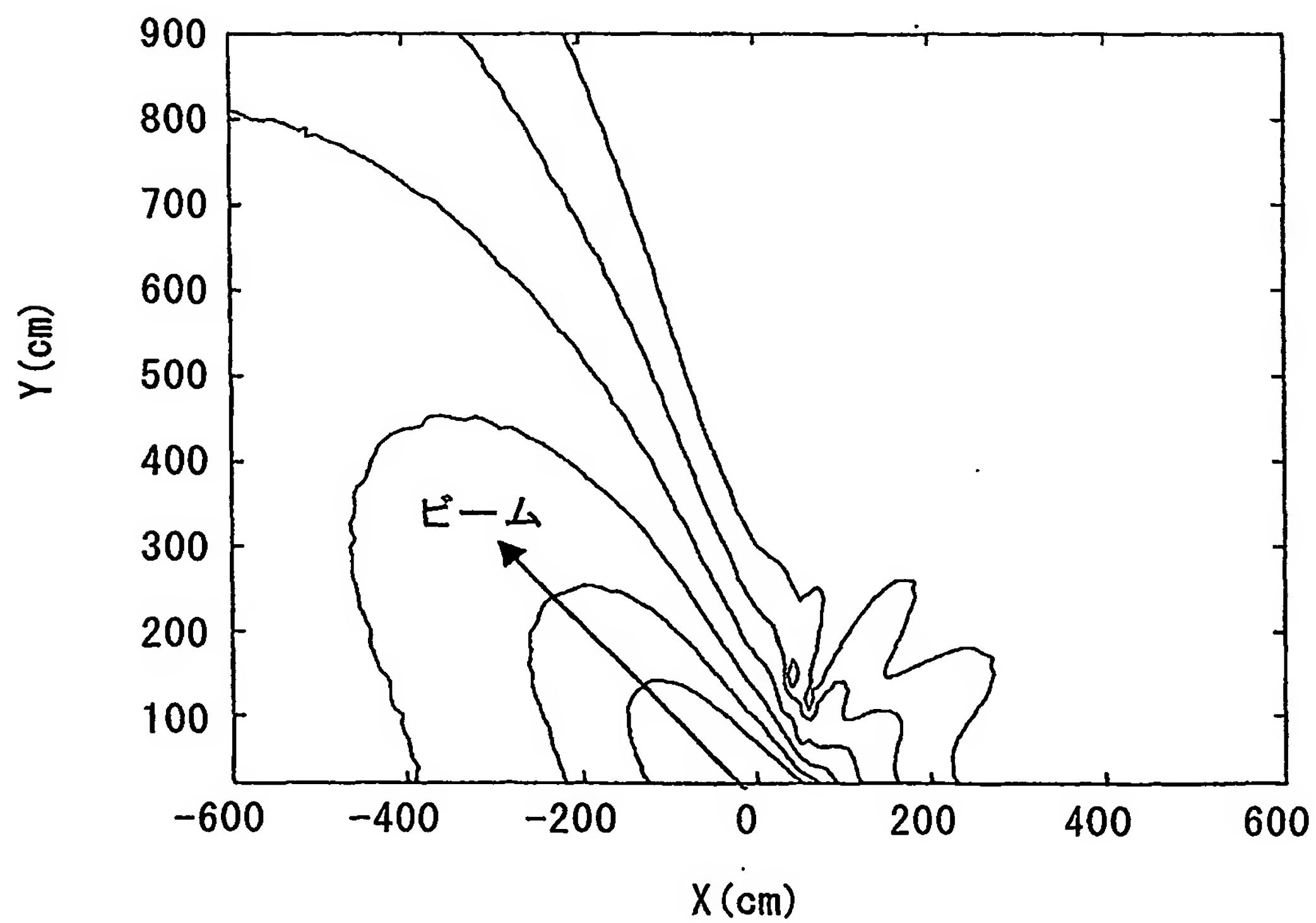


図 6



5/11

図 7

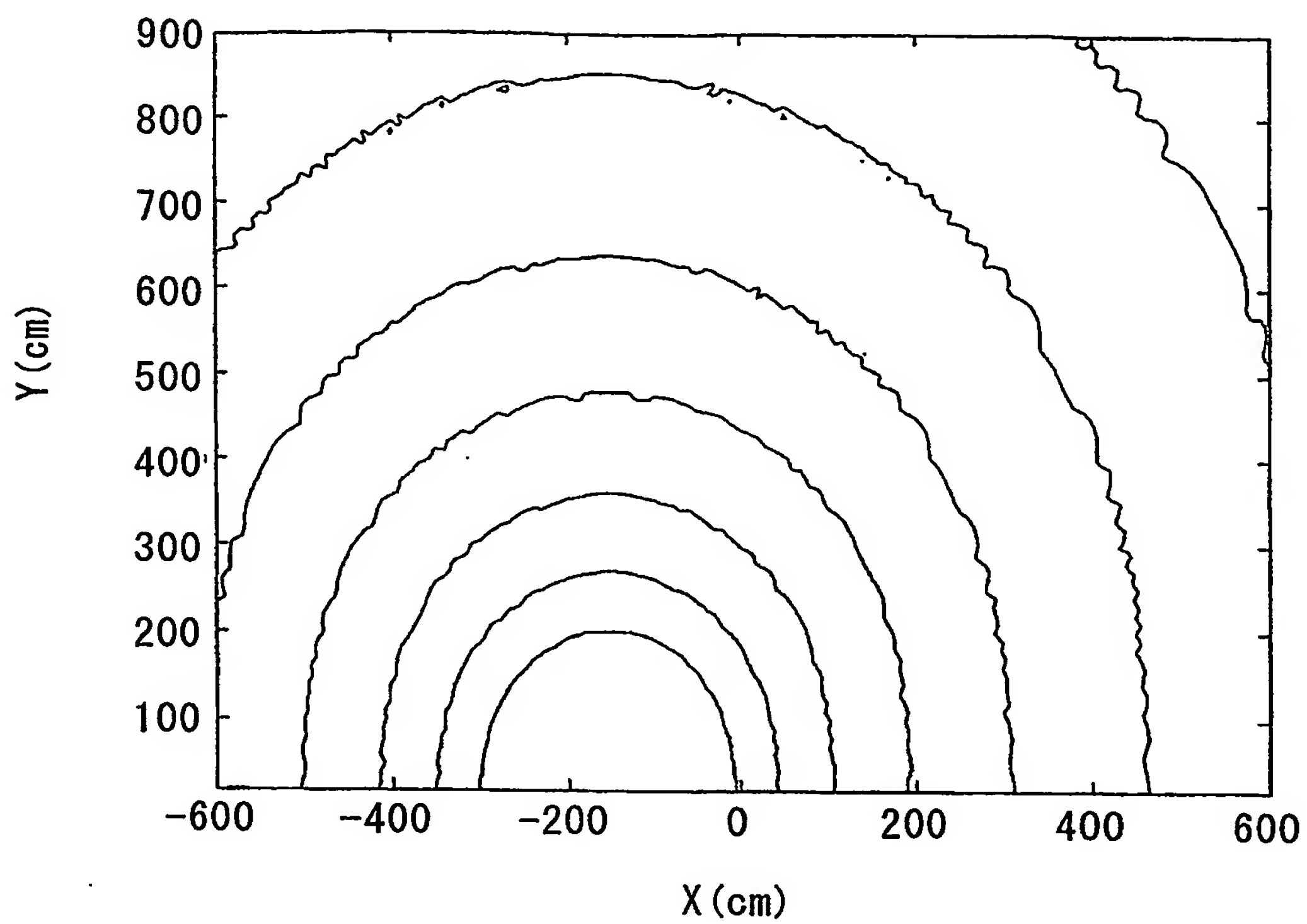


図 8

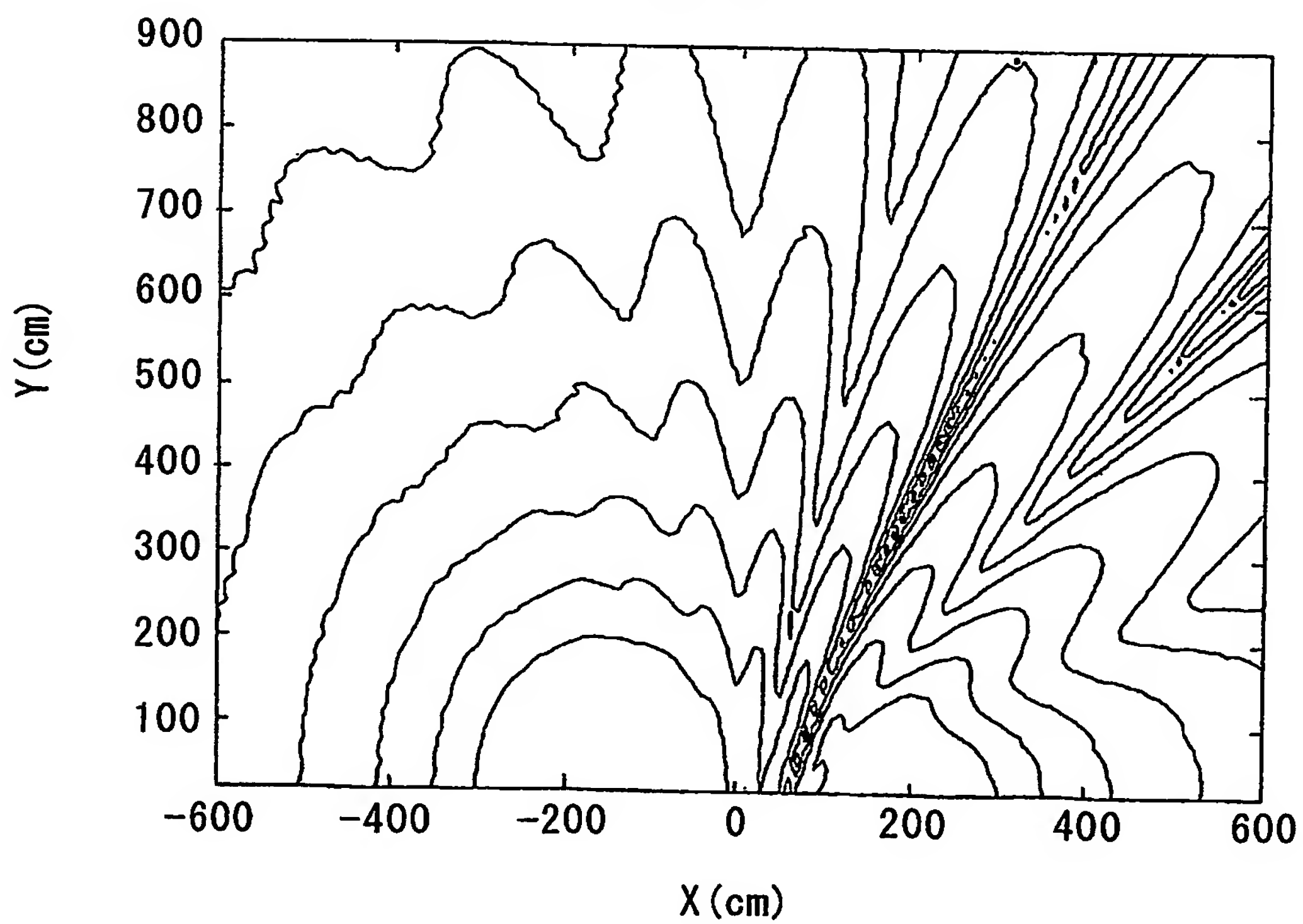


図 9

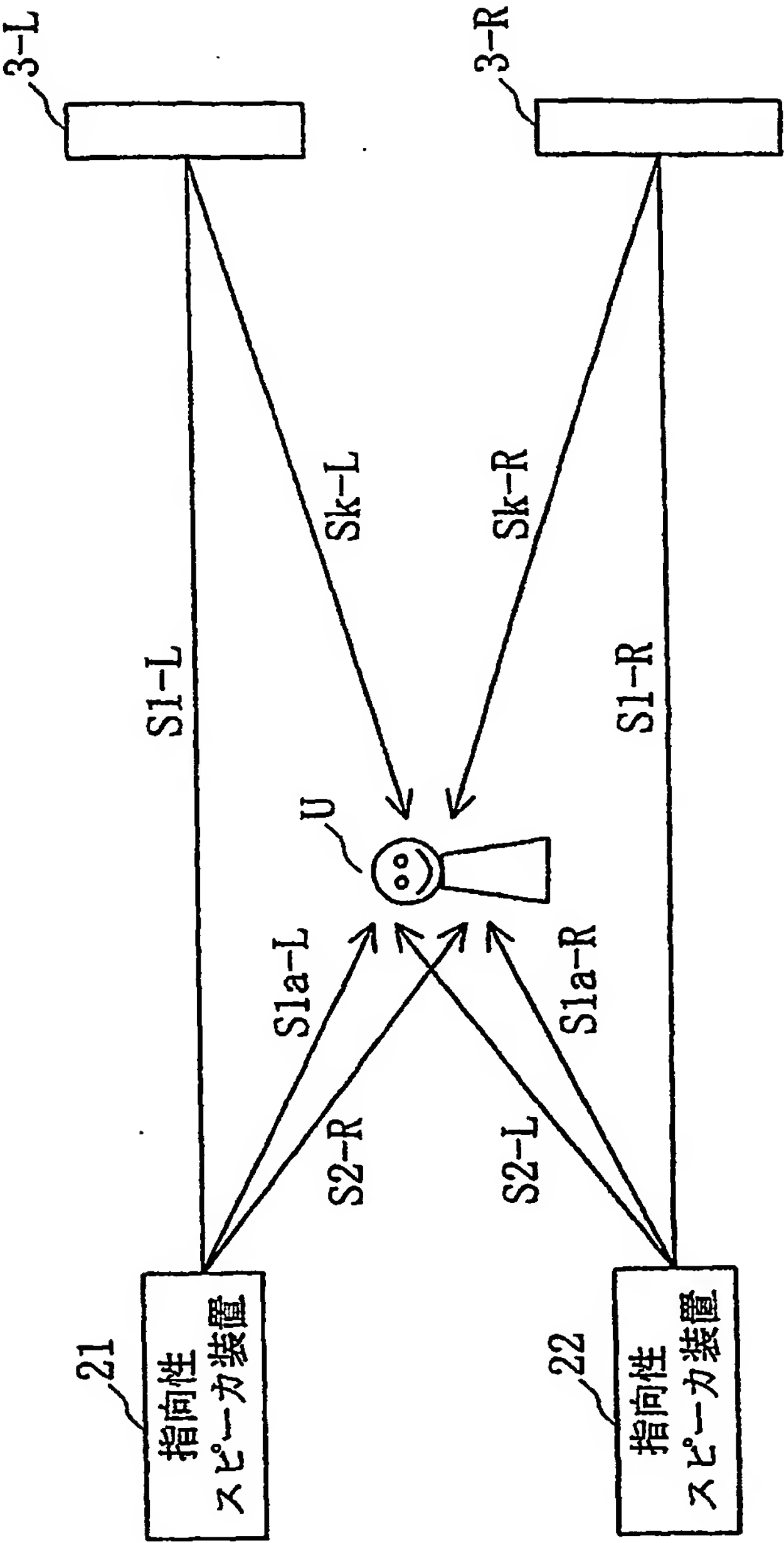
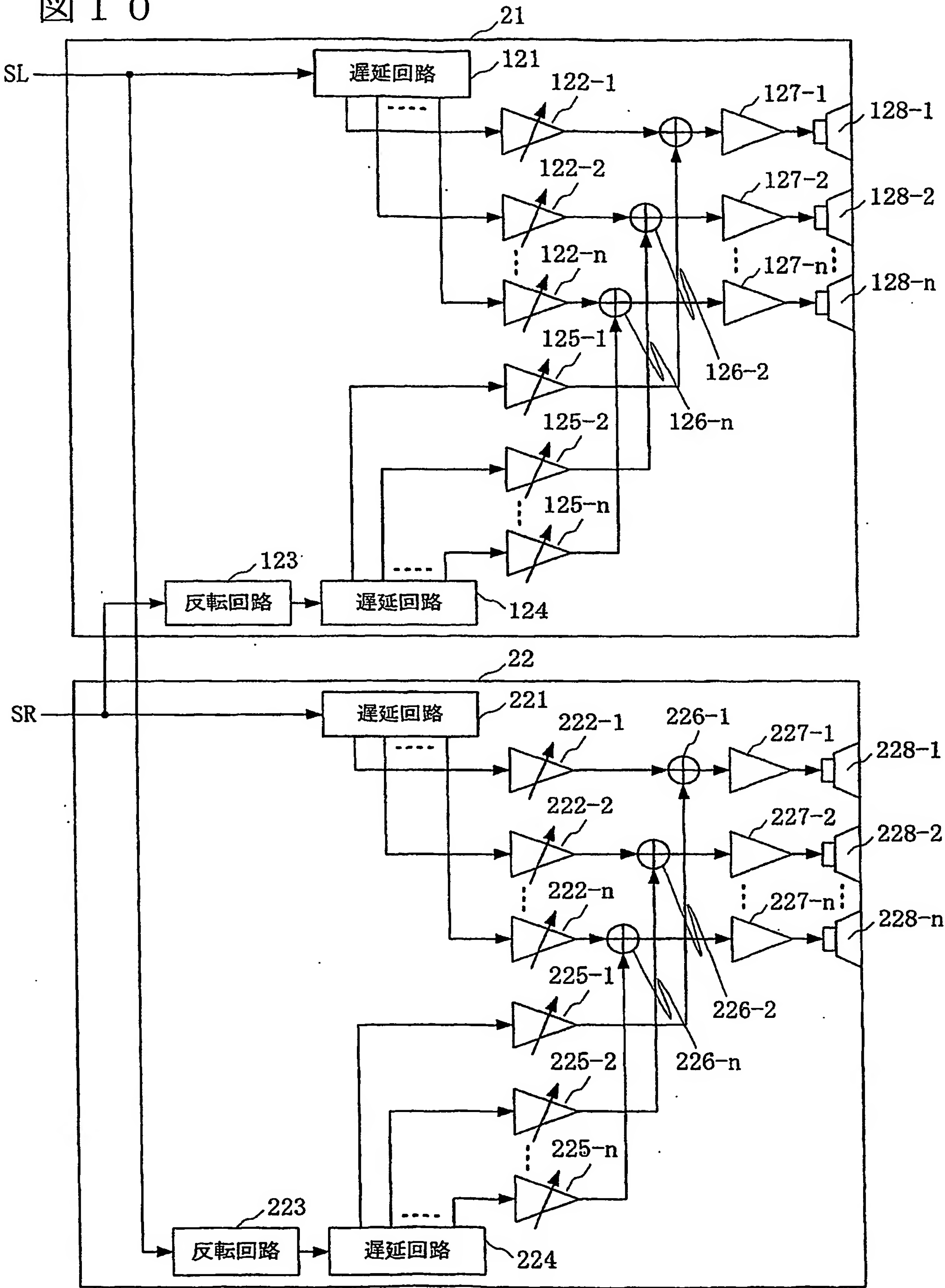




図 10



8/11

図 1 1

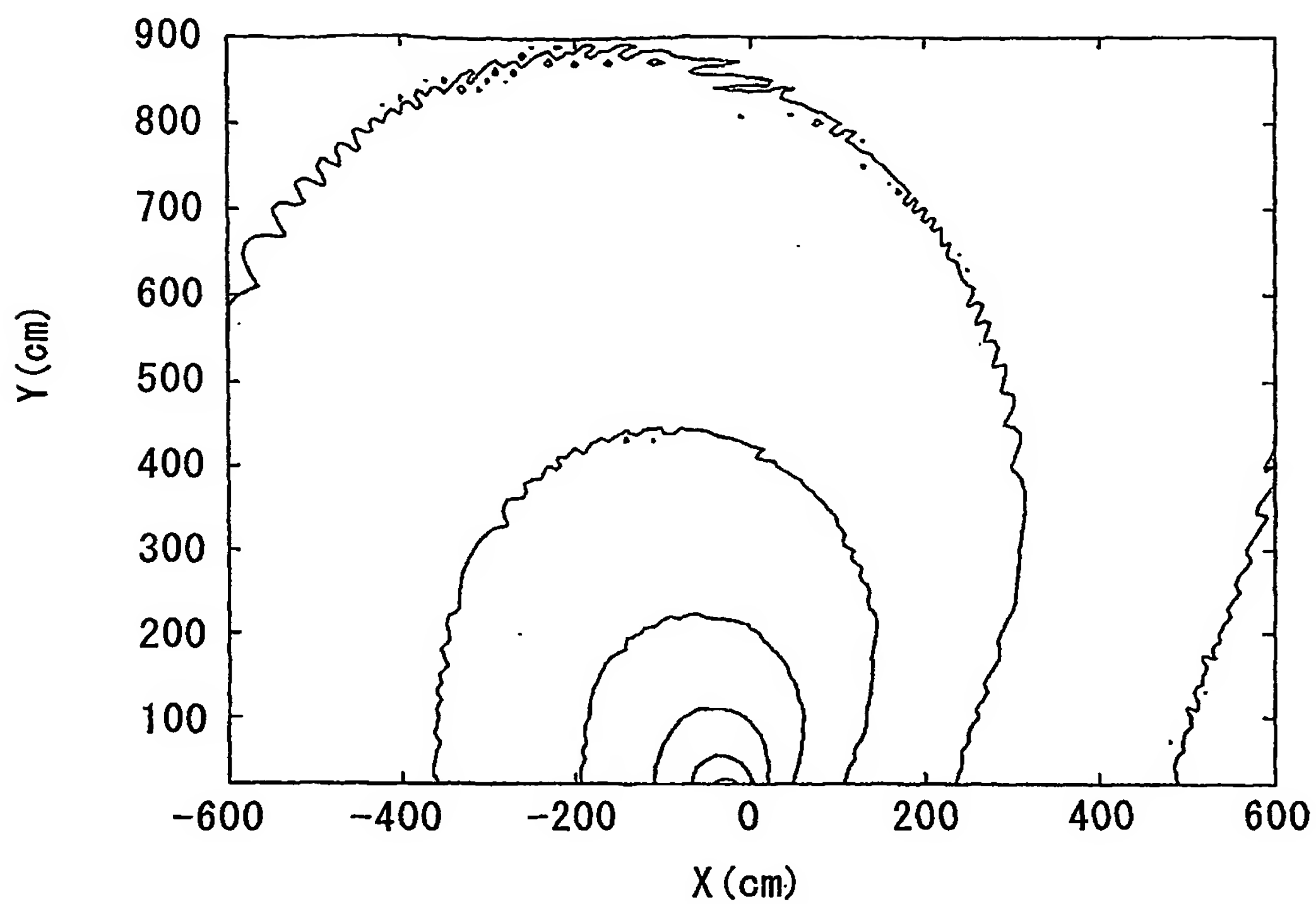


図 1 2

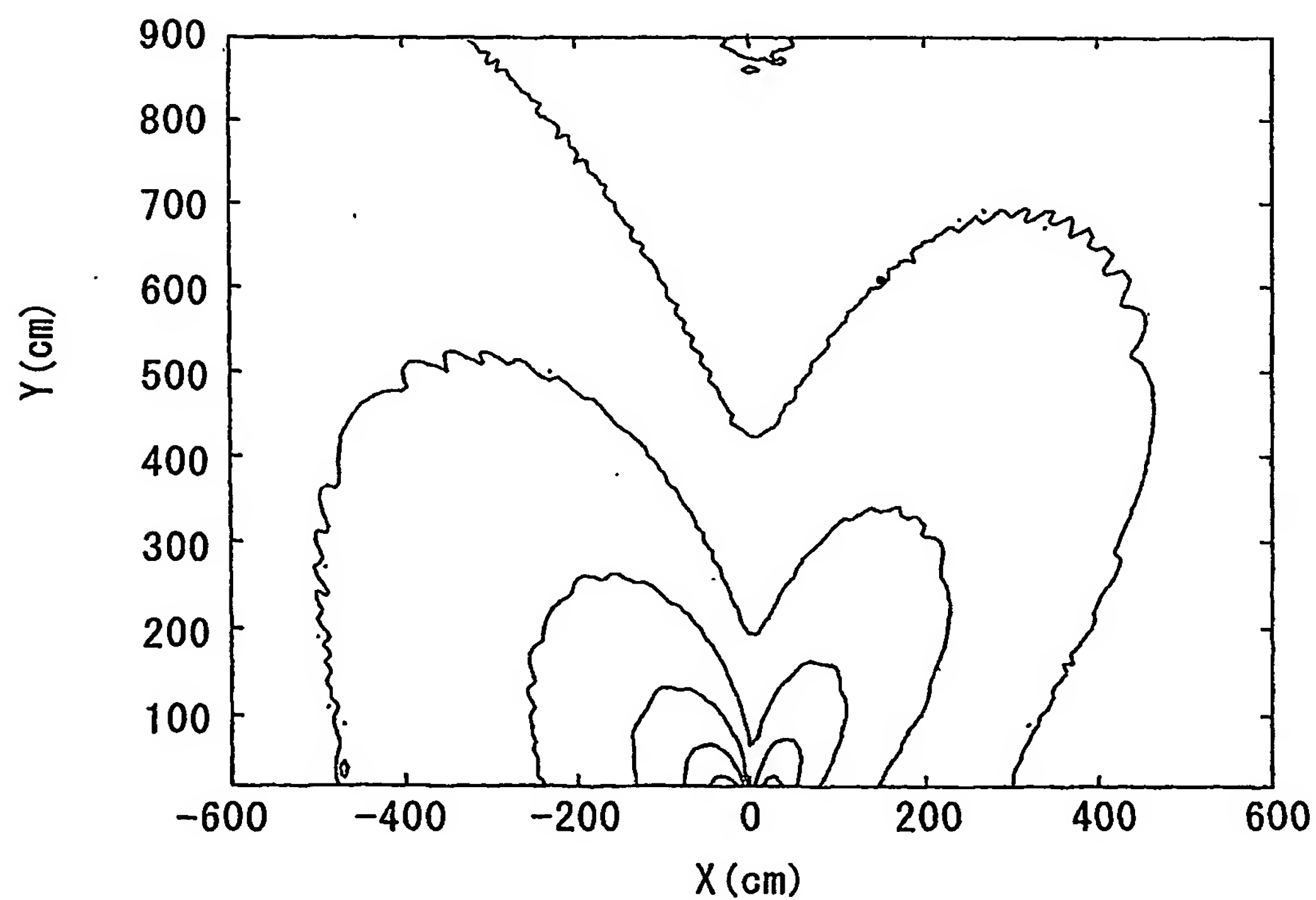
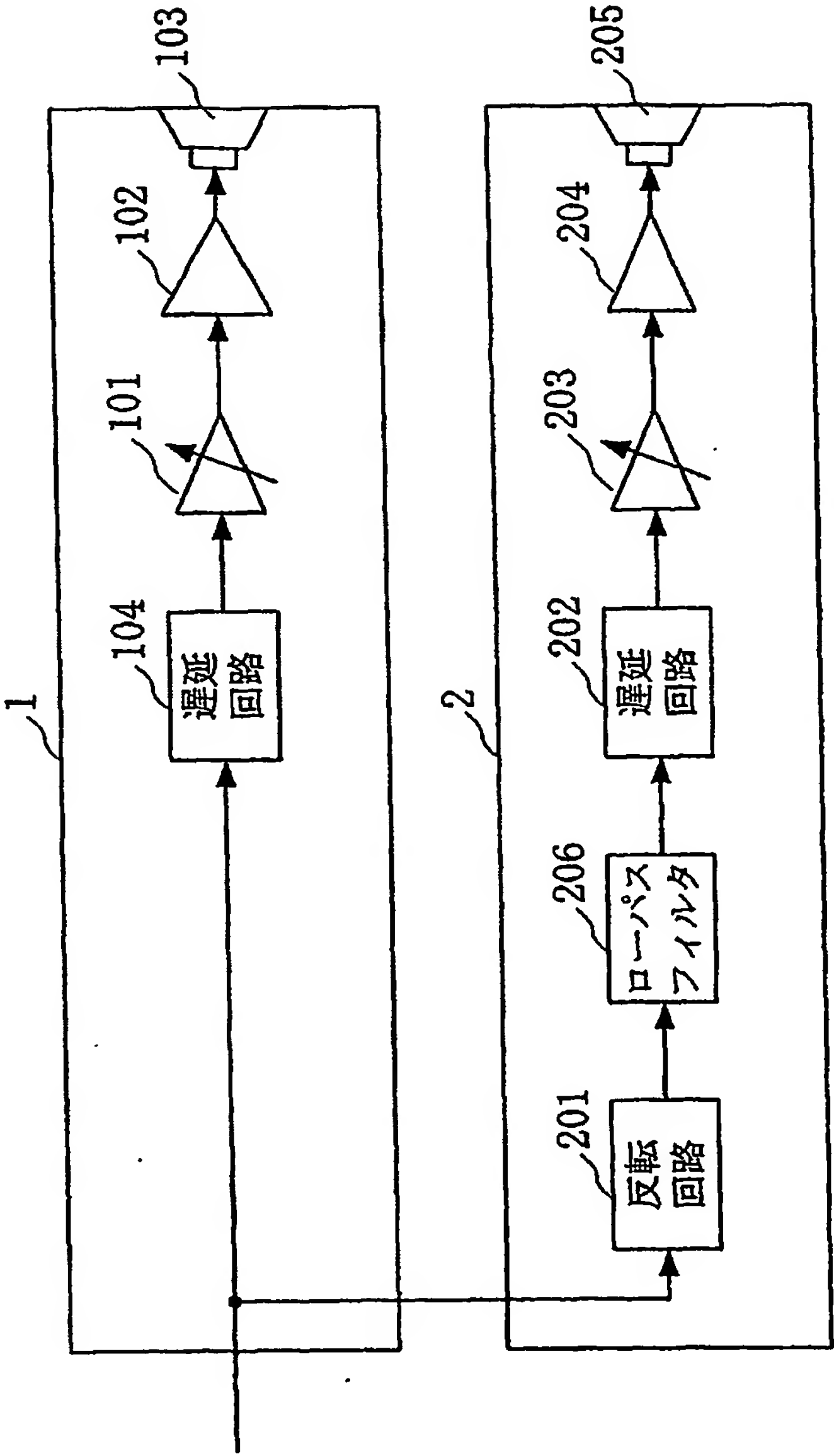


図 1 3



10/11

図 1 4

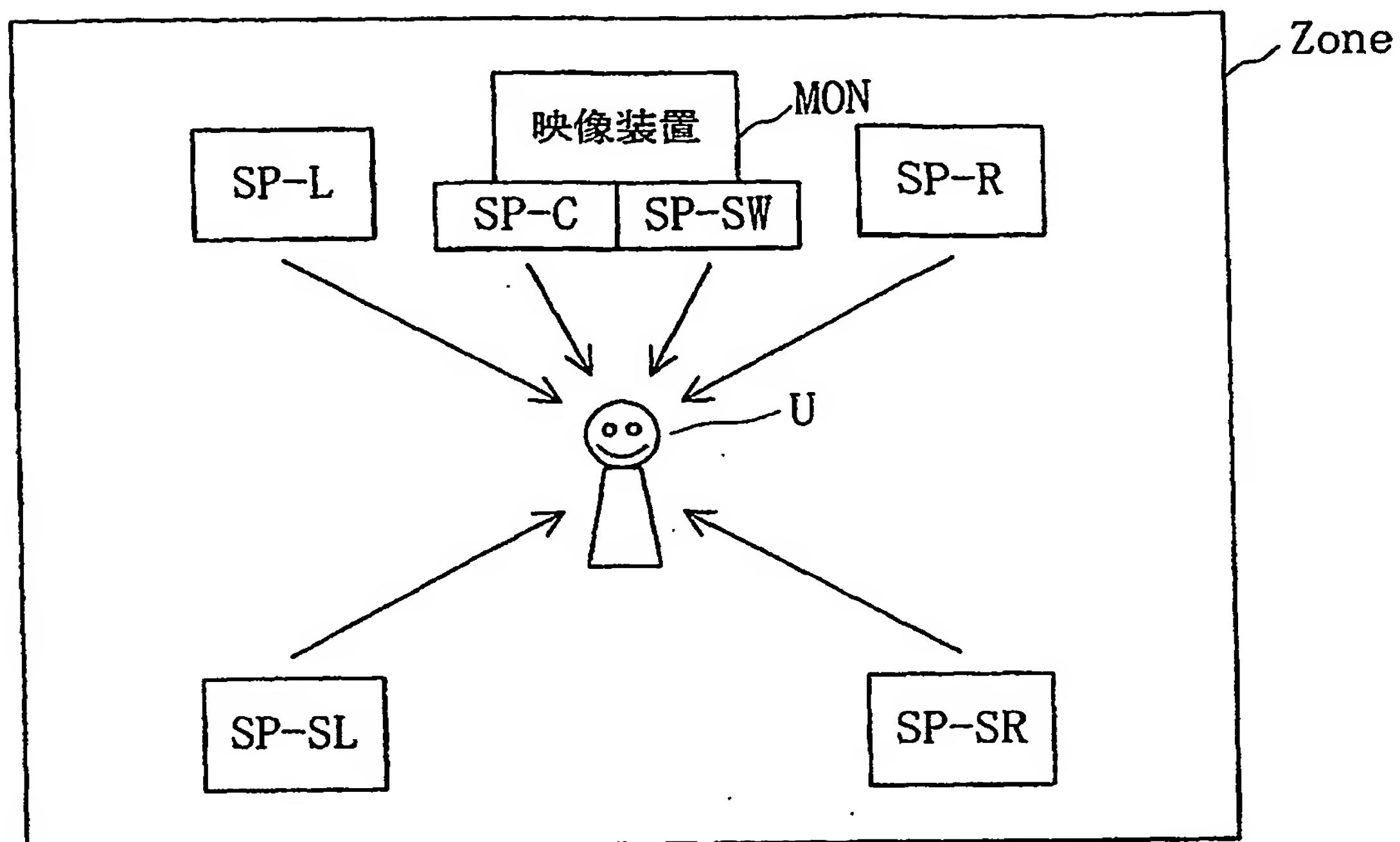
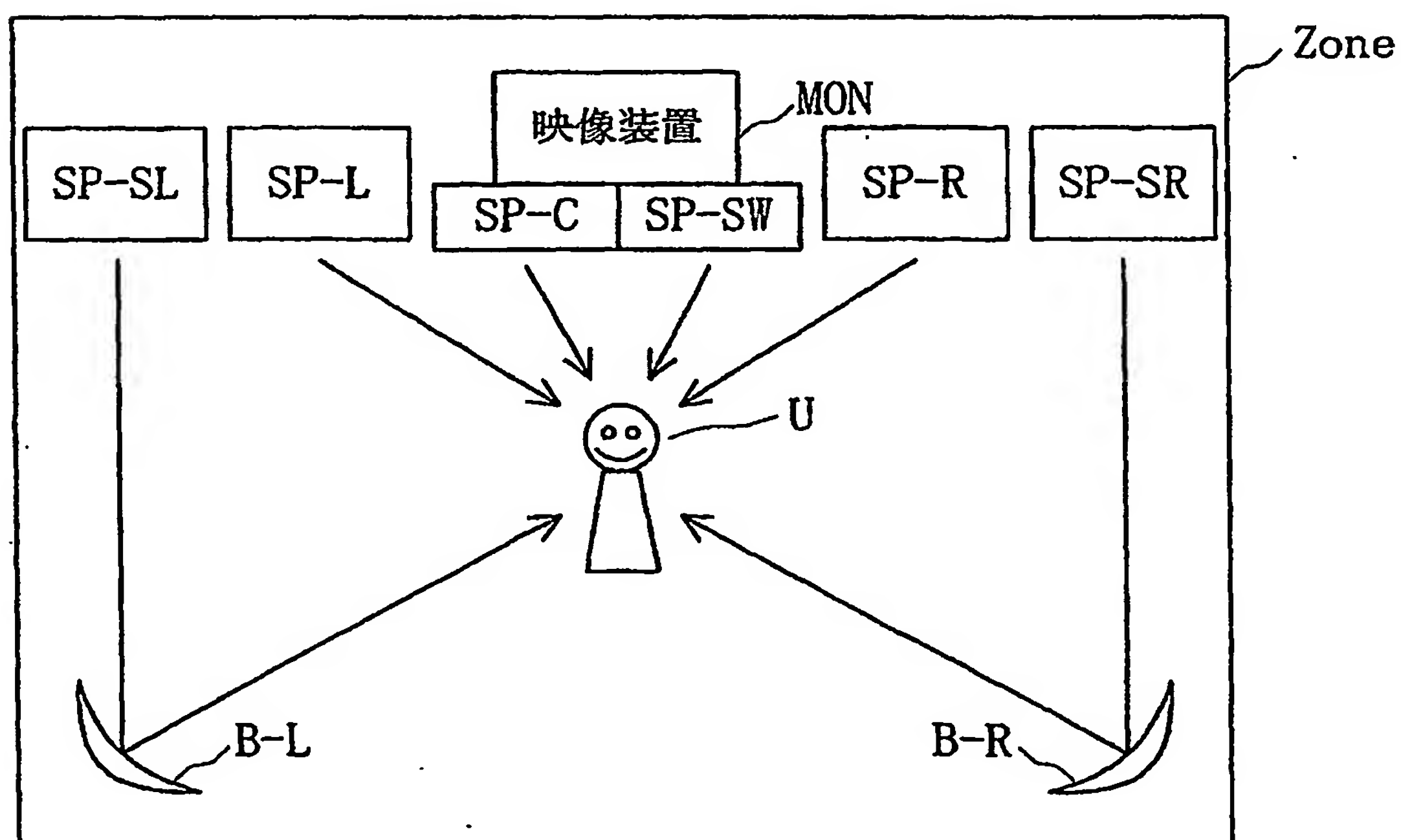
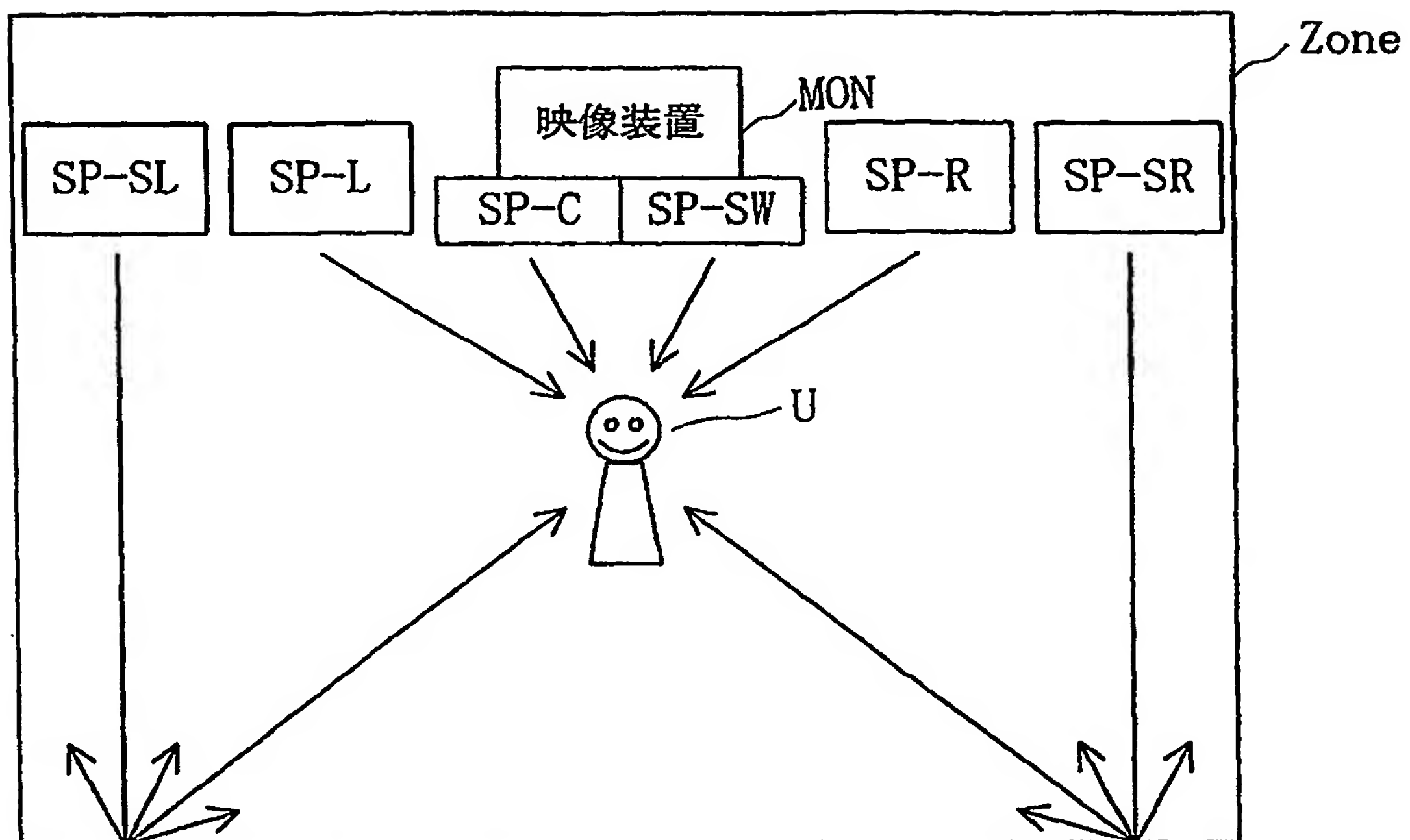


図 1 5



11/11

図 1 6





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014437

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04R1/32, H04S5/02, H04S7/00, H04R1/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04R1/32, H04S5/02, H04S7/00, H04R1/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-178379 A (Sony Corp.), 10 December, 1994 (10.12.94), (Family: none)	1-4
Y	JP 2000-36993 A (NEC Corp.), 02 February, 2000 (02.02.00), (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
10 December, 2004 (10.12.04)

Date of mailing of the international search report  
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04R1/32, H04S5/02, H04S7/00, H04R1/40.

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H04R1/32, H04S5/02, H04S7/00, H04R1/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 6-178379 A (ソニー株式会社) 1994. 12. 10 (ファミリーなし)	1-4
Y	JP 2000-36993 A (日本電気株式会社) 2000. 02. 02 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 12. 2004

国際調査報告の発送日

28. 12. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

志摩 兆一郎

5C

8733

電話番号 03-3581-1101 内線 3541